

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820057218.0

[51] Int. Cl.

F03D 3/00 (2006.01)

F03D 3/04 (2006.01)

F03D 7/06 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 1 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 201184276Y

[22] 申请日 2008.4.14

[21] 申请号 200820057218.0

[73] 专利权人 上海市格致中学

地址 200001 上海市黄浦区广东路 615 号

[72] 发明人 邓蓓佳

[74] 专利代理机构 上海天翔知识产权代理有限公司

代理人 陈学雯

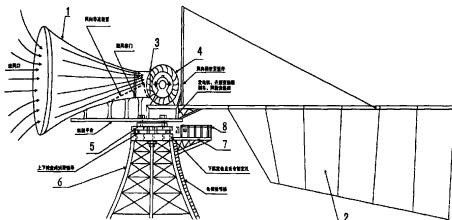
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 实用新型名称

风筒式风力发电装置

[57] 摘要

风筒式风力发电装置涉及一种发电装置，具体为一种风力发电装置。本实用新型的特点在于，运用风筒提高风能发电的效率；运用风向标及横流式多叶片叶轮提高风能的利用率；缩小风能发电装置的体积；尾舵容易拆卸及安装方便整台风筒式发电装置搬迁和组装，减小风能发电装置的维护工作量；降低风能发电装置的造价。具有为检修人员的安全操作而设置的检修平台和金属护栏。



1、风筒式风力发电装置具有集风装置、转轮、发电机、转向装置、蓄电池，转向装置具有转盘，其特征在于，集风装置为大喇叭形的集流式风筒，集流式风筒固定在转盘上；集流式风筒的小口端装有用于驱动集流式风筒转动的风向标。

2、根据权利要求 1 所述的风筒式风力发电装置，其特征在于，所述转盘的下方装有桁架，转盘和桁架间通过转轴连接，桁架的一侧焊接有金属的检修平台，所述检修平台上方是金属板，周围焊接有金属护栏。

## 风筒式风力发电装置

### 技术领域

本实用新型涉及一种发电装置，具体为一种风力发电装置。

### 背景技术

风是我们日常生活中最熟悉的自然现象，地球上的风是太阳辐射造成地球表面大气层受热不均，引起大气压力分布不均。在不均压力作用下，空气沿水平方向运动就形成风，空气流动所产生的动能，就是风能。风能是一种最具活力的可再生能源，因此也可以说风能是一种取之不尽，用之不竭的能源。而石油、煤、天然气等矿物燃料能源，在运用过程中，会排放出二氧化碳，二氧化硫，氮氧化物，一氧化碳，粉尘等等，造成温室效应，酸雨等现象，严重污染环境和破坏生态平衡，这使得南北二极地的冰盖面积缩小，西藏高原的雪山融雪地域增大，极地上空臭氧层被破坏的面积在扩大，这些都给我们敲响了警钟，人们必须尽快地利用可再生的风能、太阳能、海浪能量等，减少使用石油、煤、天然气等不可再生的化石能源，而且化石能源的可开采数量已很有限，对人类的生存、发展和能源需求提出了严重的危机警告。

经过实地调查和技术资料的探究，了解到，我们国家的风能资源很丰富，可开发的装机容量约 2.5 亿千瓦，居世界首位，但我们国家实际风力发电装机容量仅占全国电力装机的 0.11%，风力发电发展潜力巨大。

目前应用比较广泛的风能发电装置，为三叶式的采风形式居多，但随着发电装置的发电容量不断增加，三叶式风机的叶片直径必须做得很大，以扩大采风面积，来增加发电量，据资料测算，如果要做 3 兆瓦的风能发电机，则它的风叶直径要达 100 米，目的是增大叶尖周速，连风机安装支承塔架，其高度已相近于“美国华盛顿纪念塔”的高度，即总高度 150 米。这显然是不能实施的方案。

目前的风能发电装置，如：三叶式，双叶式，单叶式在特别强的大风情况下，叶片容易被折断，在风速特别弱的微风时，由于风叶的自重量和传动系统的摩擦系数阻力，叶片就转不动，处于静止状态，在气温-20<sup>0</sup>C 时，会有叶片脆化，断裂等故障发生。

目前的风能发电装置，对风向的跟踪技术较复杂，但是风的方向是多变的，有时是旋转的。

### 实用新型内容

本实用新型的目的在于提供一种风筒式风力发电装置，可以很好地收集很弱的风中之能量，自动跟踪风向的装置简单，耗能少，甚至不耗能。

本实用新型所提供的风筒式风力发电装置，可以采用以下技术方案来实现：

风筒式风力发电装置具有集风装置、转轮、发电机、转向装置、蓄电池，转向装置具有转盘，其特征在于，集风装置为大喇叭形的集流式风筒，集流式风筒固定在转盘上；集流式风筒的小口端装有用于驱动集流式风筒转动的风向标。

转盘的下方装有桁架，转盘和桁架间通过转轴连接，桁架的一侧焊接有金属的检修平台，所述检修平台上方是金属板，周围焊接有金属护栏。

集流式风筒的出风口，为矩形。

转轮为横向的多叶片叶轮。

风向标是尾舵式，其有效面积大于风筒进风口面积。

风向标固定安装在集流式风筒出风口尾部，向后延伸，并可方便拆装。

在上下转盘间设置梯形撞块，限制偏转角不大于 345 度。

第一，风筒式风力发电装置的集流式风筒，是采用一个大喇叭样式的圆筒，扩大进风口对风的收集面积，大幅提高出风口处的风速，不仅能解决风弱时不能发电的问题，而且在多种情况下都能应用。本风力发电装置的设计容量为 500 瓦，经过计算可见，本实用新型的风筒式发电机，已把风速提高 11.29 倍。

$$\begin{aligned}
 \text{提高风速倍数} &= \frac{\text{进风口的面积 } A_1}{\text{出风口的面积 } A_2} \times \eta \\
 &= \frac{\pi R^2}{B \times C} \times 80\% \\
 &= \frac{3.1416 \times 0.562 m^2}{0.5m \times 0.25m} = 11.29
 \end{aligned}$$

上式中， $R^2$  是进风口半径 0.75 米的 ( $m^2$ )

B—为出风口矩形的长边 0.5m

C—为出风口矩形的宽边 0.25m

$\eta$ —利用系数为 80%

设计进风口的风速为 4m/s, 即  $V_1=4\text{m/s}$

出风口的风速等于进风口的风速乘以提高风速倍数, 即出风口的风速  $V_2=4\text{m/s} \times 11.29=45.19\text{m/s}$  在单位时间内流过垂直于风速截面积  $A(\text{m}^2)$  的风能:

$$\text{风能 } \omega = 1/2\rho V^3 A$$

上式中:  $\rho$ -为空气密度  $\text{kg/m}^3$

$V$ -为风速  $\text{m/s}$

$A$ -为截面积单位  $\text{m}^2$

$\omega$ -风能单位为  $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$  (即  $\text{W}$ )

从上述风能公式  $\omega=1/2\rho V^3 A$  可以看出, 增加风轮扫掠面积  $A$  和提高来流风速  $V$  都可增大所获的风能。

把上式风能公式, 除以相应的面积  $A$ , 便得到风能密度公式, 它是气流在单位时间内垂直通过单位截面积的风能。

$$\omega = \frac{1/2\rho V^3 A}{A} = 1/2\rho V^3$$

空气密度  $\rho$  是气压, 气温和温度的函数, 不同地区的空气密度都不相同, 可查表得知  $\rho$  的数值。

海拔高度与大气压、大气密度关系[大气温度  $15^\circ\text{C}=288\text{k}$ ]

海拔/m	大气压 $/(\times 10^5 \text{pa})$	$V/(\text{m}^2/\text{kg})$	$\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$	海拔/m	大气压 $/(\times 10^5 \text{pa})$	$V/(\text{m}^2/\text{kg})$	$\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$
0	1.013	0.817	1.224	500	0.955	0.866	1.155
100	1.001	0.826	1.211	1000	0.899	0.926	1.087
200	0.989	0.836	1.196	1500	0.847	0.977	1.024
300	0.978	0.846	1.182	2000	0.797	1.038	0.963
400	0.966	0.856	1.167				

本项目风筒出风口的风能为:

$$W = 1/2\rho V^3 A$$

$$\begin{aligned}
 &= 1/2 \times 1.224 \times 45.19^3 \times 3.14 \times (0.5^2 - 0.45^2) \times 1/5 \\
 &= 1685.59 \text{W}
 \end{aligned}$$

上式中:  $\rho$ ——以上海为例, 大气密度取 1.224

$V$ ——为经风筒集流提速后, 出风口风速

$A$ ——为风轮扫掠面积, 本项目采用横流式多叶片叶轮, 风轮扫掠面积为圆环, 外圆半径 0.5m, 内圆半径 0.45m, 风吹在风轮上的面积为整个圆环的 1/5

无论从上述风能计算公式  $W=1/2\rho V^3 A$  还是风能密度, 计算公式  $W=1/2\rho V^3$  中可看到, 因  $V^3$  的缘故, 即在风速上有少量的增加会导致在风能上有大量的增加, 本项目设计的风筒集风的方法增大风筒进风口面积, 缩小出风口面积, 从而加大风速提高倍数, 也就是提高了出风口风速, 即达到了放大风速的关键目的。

第二, 采用喇叭形式的集流式风筒, 它的出风口, 做成矩形并缩小出风口的有效面积, 以便出风口的风速提高, 及风能的充分利用, 去吹动横流式多叶片叶轮。该叶轮的摩擦系数小, 自重量轻, 使用寿命长, 以此设计来克服三叶式风能机叶片易被强风折断而不能发电的问题, 本实用新型的横流式多叶片叶轮, 这也决定了风筒出风口为矩形, 以达到完全匹配从而使风能充分利用的目的, 此风力机的旋转轴与风向垂直。由于出风口面积的缩小, 通过计算可知, 风能密度是评定风能发电机做功能力的关键参数, 风速  $V_2$  越高, 风能发电机可能提取的风能越大, 且成三次方的关系。

为了在风速较低时进一步增大风流密度, 在集流式风筒中后部设置可以改变出风口大小的导流装置。

本实用新型能有效地提高横流式多叶片叶轮的转速, 以此提高发电量, 提高经济效益。

第三, 采用风向标自动导向的方法, 风向标固定安装在集流式风筒出风口尾部向后延伸的尾舵, 尾舵有效面积大于风筒进风口面积。风向标由尾部向后延伸钢管, 并在机架平台上竖立一根高 1.5m 的方钢, 该方钢顶部由钢丝绳牵引在延伸钢管的五分之四的位置。更有利于可转动盘被风向标带动, 使进风口始终都能跟踪、对准进风方向, 从而提高风能发电装置的风能利用率和提高发电效率, 以此替代目前风力发电机复杂的跟风装置, 节省风能发电设备的成本和维修费用。

第四, 采用集流式风筒的转向装置偏转角在 345 度的范围内自由偏转的限位

装置，以此解决风力发电装置存在的发电机的连接电线被多次同一方向转动而绕断电线的问题。如此，可大大减少对风力发电机的维修工作量，降低了风力发电系统的运行成本。限制偏转角不大于 345 度的撞块、设计为梯形，取其几何结构稳定的特性，在固定的转盘上设置的梯形撞块两侧的被撞击面上设置 20mm 厚的缓冲橡胶，在可转动转盘的梯形两侧撞击面，就不再设置缓冲橡胶。

转向装置设有固定机构，固定机构由转盘上以转盘的圆心为中心，相互间呈 45 度角的圆孔和钢屑组成。只要插入钢屑，可确保转盘不再转动。

#### 有益效果：

本实用新型的特点在于，运用风筒提高风能发电的效率；运用风向标及横流式多叶片叶轮提高风能的利用率；缩小风能发电装置的体积；尾舵容易拆卸及安装方便整台风筒式发电装置搬迁和组装，减小风能发电装置的，维护工作量；降低风能发电装置的造价。具有为检修人员的安全操作而设置的检修平台和金属护栏。

#### 附图说明

图 1 为本实用新型整体结构侧视示意图。

#### 具体实施方式

为了使本实用新型实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解，下面结合具体图示，进一步阐述本实用新型。

风筒式风力发电装置具有集风装置、转轮、发电机、转向装置、蓄电池，集风装置为大喇叭形的集流式风筒 1，集流式风筒 1 固定在转盘 5 上；集流式风筒 1 的小口端装有风向标 2。集流式风筒 1 的出风口 3，为矩形。转轮为横向的多叶片叶轮 4。风向标 2 固定安装在集流式风筒出风口，尾部后的延伸处。

转盘 5 的下方装有桁架 6，转盘 5 和桁架 6 间通过转轴连接，桁架 6 的一侧焊接有金属的检修平台 7，所述检修平台上方是金属板，周围焊接有金属护栏 8。

一、喇叭式集流式风筒 1，用铝合金材料制造，取其密度小，价格低廉的特性，并在风筒内外涂上防腐蚀涂料，以提高使用寿命。

二、为匹配横流式多叶片叶轮 4，风力机的出风口 3 做成矩形，以使出风口 3 的风能得到充分利用。又因为几何图形中，圆的面积最大，所以进风口做成圆

形，以扩大进风口对风能的收集面积。用缩小出风口 3 的面积，来提高风速，即提高了风能发电装置的发电效率，提高电能的输出量。

此举尤如水轮发电机，利用水库蓄水，提高水位差，从而提高了水对水轮发电机的驱动力，又尤如晶体三极管，利用在基极输入一个小的电信号，就能在发射极至集电极之间产生一个大于基极输入信号的几十倍至几百倍的电信号，达到信号的放大作用，本实用新型的集流式风筒也是基于以上思路，集流式风筒对风速有放大作用。众所周知，如果喇叭式集流式风筒的进风口收集进的风力动能全部被转动的风叶轮叶片所吸收，那么横流式风轮后面的空气就不动了，然而空气不可能完全停止，所以风力机的效率总是小于 1 的。

横流式风轮从风筒中吸收的功率可以用下面的公式计算： $P=1/2C_p A \rho V^3$

上式中 P—为风轮输出的功率

$C_p$ —为风轮的功率系数

$C_p.max=0.593$

A—为风轮扫掠面积

R—为风轮半径

V—为风速

$\rho$ —为空气密度

上式可见：风轮的输出功率和风速的立方成正比和空气密度及风轮扫掠面积成正比，因此横流式多叶片叶轮 4 的直径设计为 50cm。

三、采用横流式多叶片叶轮 4 能减轻叶轮的自重量和减小叶轮转动系统的摩擦系数，且横流式多叶片叶轮 4 坚固，不易被折断。叶轮采用不锈钢薄板制造，转轴部分用轴承轴瓦封闭式润滑，出轴通过联轴器，连接升速变速箱及永磁直流发电机，由于横流式多叶片叶轮 4 本身转速已很高，所以升速变速箱的升速范围会较小，减少了齿轮传动的级数，从而降低了系统的摩擦系数，降低了升速变速箱的体积、重量和制造成本。

四、参照图 1，采用风向标自动导向的方法，风向标 2 固定安装在集流式风筒出风口尾部。风向标 2 的延伸尾舵长为 2.8 米，平均宽为 0.95 米，尾舵有效面积大于进风口面积。风向标 2 的伸展尾舵安装在机架平台上，更有利于可转动上盘被风向标 2 带动，使进风口始终都能跟踪、对准进风方向，从而提高风能发电装置的风能利用率和提高发电效率，以此替代目前风力发电机复杂的跟风装置，

节省风能发电设备的成本和维修费用。

风向标 2 简单而实用，风向标 2 采用铝合金材料制造，并可方便地拆卸和安装。

五、设计限制集流式风筒偏转角度不大于 345 度的装置。固定转盘上的，梯形撞块两侧设置有 20mm 缓冲橡胶，在可转动盘的梯形撞块则不设置缓冲橡胶。限位装置的设立，避免了发电机连接电线，由于多次同一方向转动而绕断线的事故，大大减少了发电装置的故障和维修、维护的工作量，降低了风力发电系统的运行成本。

六、由于风筒式集流方法，对风速有放大作用所以本设计的风力发电装置，可降低风力发电装置塔架的安装高度，节省安装材料和费用。

七、所设计的风力发电装置，已考虑到维修和维护时的操作技术人员的安全，在出风口 3 附近有两块可移动的闸门，移出时（即平常不维修时）和风向标 2 共同导向，移进时起到隔绝从进风口到闸门的风量，也就是隔绝了进风口对出风口 3 的风量影响。

在固定转盘和可转动转盘上各有 8 个直径为 20mm 的相同的圆孔，每个圆孔间距为 450，孔中心离园盘边缘 25mm，只要上下圆孔对准，将插梢插入，就能锁定住上转盘的转动，确保检修人员安全。

在升速变速箱与横流式风叶轮的连轴器处，设置一个刹车 SC，检修时可刹定横流式风叶轮的转动。

为方便检修人员的工作，在固定平台上，延伸一个钢结构的检修平台，其平台高度设计，以满足 1.65 米身高的检修人员，站在平台上，伸出双手能方便接触到所需维修的任何部件。检修人员的工作平台要设计有安全栏杆。

以上为检修人员的安全操作而设置。

以上显示和描述了本实用新型的基本原理和主要特征和本实用新型的优点。本行业的技术人员应该了解，本实用新型不受上述实施例的限制，上述实施例和说明书中描述的只是说明本实用新型的原理，在不脱离本实用新型精神和范围的前提下，本实用新型还会有各种变化和改进，这些变化和改进都落入要求保护的本实用新型范围内。本实用新型要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

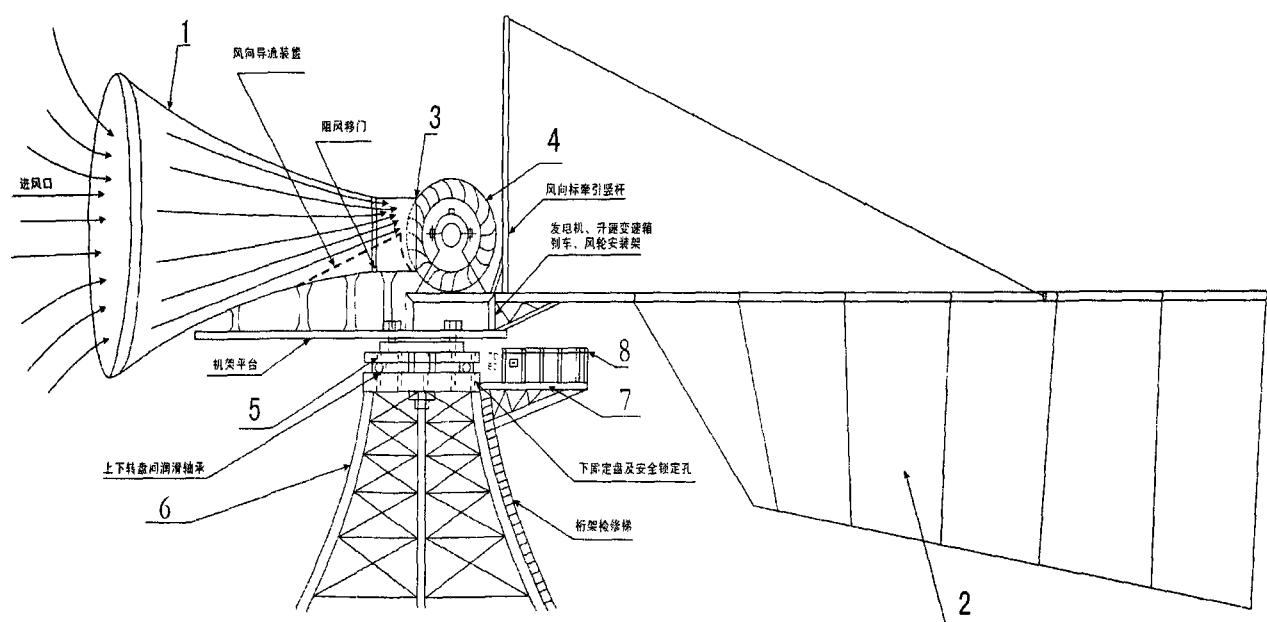


图 1